

**ANALISA TEAR DOWN REPORT DIESEL ENGINE MODEL
DE12TIA MENGGUNAKAN METODE SEVEN TOOLS**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I
pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik**

Oleh :

MUSTOFA FARIS IZZUDDIN

D 200 14 0218

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2018**

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISA TEAR DOWN REPORT DIESEL ENGINE MODEL
DE12TIA MENGGUNAKAN METODE SEVEN TOOLS
PUBLIKASI ILMIAH**

Oleh :

MUSTOFA FARIS IZZUDDIN

D 200 14 0218

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen
Pembimbing



AMIN SULISTIYANTO, S.T., M.T.

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISA TEAR DOWN REPORT DIESEL ENGINE MODEL DE12TIA
MENGUNAKAN METODE SEVEN TOOLS**

OLEH

MUSTOFA FARIS IZZUDDIN

D 200 14 0218

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Pada hari Kamis, 26 Juli 2018

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji :

1. Amin Sulistyanto, S.T., M.T. (.....)
(Ketua Dewan Penguji)
2. Ir. Sartono Putro., M.T. (.....)
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Ir. Subroto., M.T. (.....)
(Anggota II Dewan Penguji)



Dekan

Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D.

NIK.682

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidak benaran dalam pernyataan saya diatas, maka saya bertanggung jawab sepenuhnya.

Surakarta, 20 Agustus 2018

Penulis



MUSTOFA FARIS IZZUDDIN

NIM : D 200 14 0218

ANALISA TEAR DOWN REPORT DIESEL ENGINE MODEL DE12TIA MENGUNAKAN METODE SEVEN TOOLS

Abstark

Tear Down Report adalah format laporan yang diterapkan oleh PT Kobexindo Tractors untuk pekerjaan *corrective maintenance & overhaul engine*. Di dalamnya memuat analisa kerusakan dan *recommended part engine replace*. Dari hasil *tear down report* tersebut dilakukan analisa lanjutan menggunakan metode *seven tools* dengan tujuan analisa untuk mengetahui jenis (NG) *failure* dan *cause of failure* yang dominan terjadi. Selain itu, pada beberapa bagian dari analisa tersebut juga memuat informasi mengenai komponen *diesel engine* yang banyak terjadi kasus *uncomplete*, *miss* dan *damage* pada saat *engine* beroperasi. *Seven Tools* adalah tujuh alat kendali mutu yang banyak digunakan untuk analisa statistik di dalam dunia teknik industri. Penerapan metode *seven tools* dapat digunakan pula di dalam dunia pendidikan, manajemen, ekonomi bisnis, psikologi dll. Tujuannya adalah untuk perbaikan dan pengendalian kualitas . Tujuh alat kendali mutu tersebut meliputi *check sheet*, *stratifikasi*, *fish bone diagram*, *pareto diagram*, *histogram*, *scatter diagram*, dan *control chart*. Hasilnya, dari analisa *seven tools* terhadap *tear down report* 24 engine model DE12TIA yang dilakukan *corrective maintenance* dan *overhaul*, terdapat 16 jenis (NG) *failure* dengan angka *worn* (keausan) menjadi yang paling tinggi yaitu sebanyak 70 kasus. Sedangkan untuk *cause of failure* terdapat 22 kasus dengan *bad lubricating* menjadi yang paling tinggi sebanyak 86 kasus. Kemudian Analisa scatter diagram untuk kasus prioritas yaitu *worn* sebagai variabel Y dan *bad lubricating* sebagai variabel X menghasilkan korelasi positif dengan nilai korelasi $r > 0$ yaitu 0,95, ini berarti semakin tinggi angka *bad lubricating* maka akan semakin tinggi pula angka *Worn* (keausan).

Kata Kunci : *Tear Down Report, Failure, Cause Of Failure, Seven tools.*

Abstract

Tear Down Report is a report format applied by PT Kobexindo Tractors for *corrective maintenance & overhaul engine* work. In it contains damage analysis and recommended replace engine parts. From the results of the *tear down report*, further analysis is performed using the *seven tools* method with the aim of analysis to determine the type of (NG) *failure* and the dominant *cause of failure*. In addition, in some parts of the analysis also contains information about *diesel engine* components that occur in many cases *uncomplete*, *miss* and *damage* when the engine is operating. *Seven Tools* are seven quality control tools that are widely used for statistical analysis in the world of industrial engineering. The application of the *seven tools* method can also be used in the world of education, management, business economics, psychology etc. The aim is to improve and control quality. The

seven quality control tools include check sheets, stratification, fish bone diagrams, pareto diagrams, histograms, scatter diagrams, and control charts. As a result, from the seven tools analysis of the 24 engine DE12TIA model tear down report which is corrective maintenance and overhaul, there were 16 types (NG) failure with the highest wear rate (70 cases). While for cause of failure there were 22 cases with bad lubricating being the highest as many as 86 cases. Then the scatter diagram analysis for priority cases is worn as variable Y and bad lubricating as the X variable produces a positive correlation with the correlation value $r > 0$ which is 0.95, this means that the higher the number of bad lubricating the higher the number of Worn (wear).

Keywords: *Tear Down Report, Failure, Cause Of Failure, Seven tools.*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tekhnologi adalah produk kemajuan dan perkembangan bagi kemaslahatan kehidupan manusia. Pada era teknologi saat ini, *engine* atau mesin atau motor penggerak sangatlah dibutuhkan untuk membantu pekerjaan manusia. Salah satu contohnya adalah *engine* yang terpasang pada unit alat berat. Alat berat merupakan salah satu perangkat yang sangat dibutuhkan untuk mempercepat suatu kerja. Alat berat biasanya digunakan pada pertambangan (*mining*), pembangunan kota (*infrastruktur*), kehutanan, industri dan lain-lain.

Pada unit alat berat apapun, *engine* merupakan bagian inti yang harus dipelihara dan di jaga performa dan keadaannya pada saat beroperasi. Untuk itu penulis melakukan analisa pada perawatan *engine* yang digunakan sebagai penggerak dan sumber tenaga utama pada unit unit alat berat di antaranya yaitu pada *Excavator* dan *dumptruck*. *Excavator* dan *dumptruck* merupakan dua jenis alat berat yang paling sering digunakan dikarenakan memiliki fleksibilitas yang tinggi. *Excavator* digunakan untuk mengangkat dan memindahkan material, menggali, mengeruk, dan lain-lain sedangkan *dumptruck* digunakan untuk mengangkut (*loading*) material dengan jarak perpindahan yang tak terbatas. Biasanya kedua unit alat berat (*excavator* dan *dumptruck*) ini dikombinasikan untuk menyelesaikan pekerjaan di pertambangan pasir, pertambangan batu dan pekerjaan pengerukan seperti membangun waduk / bendungan dll.

Pada tugas akhir ini penulis akan membahas hasil laporan *tear down report* model *engine DE12TIA* yang digunakan pada dua unit alat berat yaitu *excavator* merk doosan dan *dumptruck* merk novus. Kedua unit alat berat tersebut menggunakan *engine* dengan merk dan model yang sama yaitu DE12TIA TATA DAEWOO. *Tear Down Report* sendiri merupakan langkah kerja berbentuk laporan di dalam pekerjaan *corrective maintenance* dan *overhaul engine*, dimana formula ini dibuat khusus oleh *service management development* dan *service product & program* di PT Kobexindo Tractors. Diantara tujuan *Tear Down Report* ini adalah untuk memudahkan para mekanik di dalam melaporkan analisa kerusakan atau *damage* yang terjadi pada *engine* dan lebih khusus terhadap *engine* yang dilakukan proses *overhaul*. Selain itu di dalam laporan *tear down report* juga memuat *recommended part replace* yang akan diajukan ke divisi *part* untuk mengganti komponen komponen *engine* yang sudah rusak atau tidak layak pakai.

Melihat langkah kerja dan proses analisa yang terdapat di dalam *Tear Down Report* tersebut penulis menimbang perlu adanya analisa lanjutan daripada hasil *Tear Down Report* yang telah ada atau telah disusun sebelumnya. Analisa yang dimaksud merupakan analisa statistik untuk mengetahui *failure* dan *cause of failure* yang dominan, sehingga pengendalian kualitas dapat dilakukan melalui pendekatan hasil pengamatan.. Metode yang digunakan penulis untuk menganalisa hasil *tear down report engine diesel model DE12TIA* adalah metode *seven tools*. Metode *seven tools* berupa tujuh alat kendali mutu yang digunakan sebagai sarana *quality control* di dalam dunia teknik industri. Di dalam penerapannya metode *seven tools* tidak hanya digunakan di dalam dunia industri saja, tetapi bisa digunakan juga di dalam dunia pendidikan, ekonomi bisnis, manajemen, psikologi dan lain lain termasuk yang akan dibahas di dalam tugas akhir ini. Metode *seven tools* termasuk di dalam kategori alat kendali mutu yang terdiri dari 7 alat kendali mutu diantaranya adalah: *check sheet*, *stratifikasi*, *diagram pareto*, *diagram fishbone*, *diagram scatter*, *histogram* dan *control chart*. Untuk itu penulis mengambil judul untuk tugas akhir “*Analisa Tear Down Report Engine Diesel Model DE12TIA Menggunakan Metode Seven Tools Pada PT Kobexindo Tractors Tbk*”.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana analisa *seven tools* terhadap hasil *Tear Down Report engine DE12TIA* di dalam menentukan *failure* dan *cause of failure* yang paling dominan terjadi..
2. Apa saja komponen yang sering terjadi *missing / damage* pada hasil *Tear Down Report diesel engine* model *DE12TIA*.

1.3 Tujuan Masalah

Adapun tujuan dari penulisan laporan Tugas Akhir ini adalah :

1. Mengetahui *failure* dan *cause of failure damage* yang dominan terjadi pada hasil *Tear Down Report* komponen *diesel engine DE12TIA*, menggunakan metode *seven tools quality control*..
2. Mengetahui komponen engine yang paling sering terjadi *missing / damage* pada hasil *Tear Down Report* komponen *diesel engine DE12TIA*.

1.4 Batasan Masalah

1. Komponen-komponen dan mekanisme pada *diesel engine DE12TIA*.
2. *Tear Down Report diesel engine DE12TIA* periode 5 tahun yaitu 2014 -2018.

2. METODE

Metode yang digunakan di dalam studi kasus dan pengamatan ini adalah metode *seven tools* yang terdiri dari tujuh alat kendali mutu yaitu: *check sheet*, *stratifikasi*, *diagram pareto*, *diagram fishbone*, *diagram scatter*, *histogram* dan *control chart*. Semua data yang diperoleh dari studi kasus dan pengamatan akan diolah menggunakan metoden *seven tools* untuk mencapai tujuan tugas akhir ini. Sedangkan data-data yang digunakan sebagai pendukung kelengkapan tugas akhir ini ditulis dan dikumpulkan dengan cara sebagai berikut:

1. *Library Research* (Pengambilan data dari literatur), dengan buku pendukung seperti *Operation Manual Maintenance book (OMM)*, *Part book*, jurnal-jurnal dan lain-lain.
2. *Field Research* (Pengamatan Lapangan), Pengamatan ini dilakukan untuk mengumpulkan data-data yang ada di lapangan dengan cara :

- a. Interview (Wawancara), Cara ini dilakukan dengan cara Dialog / wawancara langsung dengan karyawan serta mekanik PT. Kobexindo Tractors.
- b. Observasi (Pengamatan), cara ini dilakukan dengan cara pengamatan langsung untuk memperoleh data yang tepat.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Check Sheet (Lembar Pengecekan)

Tabel 1 *Summary Uncomplete Component Tear Down Report Engine*

NO	COMPONENT	CHASE	% UN COMPLETE
1	Alternator / generator	24	100,0%
2	Cover Coupling Main Pump	24	100,0%
3	Pipe Exhaust & Cover T/C	24	100,0%
4	Lever Engine Control	24	100,0%
5	Braket Motor Engine Control	24	100,0%
6	Engine rear support	23	95,8%
7	Pipe Air Intake & Bracket	23	95,8%
8	Fan & Pulley	22	91,7%
9	Fan Bracket	21	87,5%
10	Fuel filter Ass'y	11	45,8%
11	Sensor	9	37,5%
12	Oil filter	7	29,2%
13	Fuel pipe / hose	7	29,2%
14	Pipe & Hose Water	3	12,5%
15	Crankshaft flange	2	8,3%
16	Starter motor	2	8,3%
17	Fan Drive	1	4,2%
18	Cylinder head	1	4,2%
19	Oil dipstick & tube	1	4,2%
20	Fuel pump / FIP	1	4,2%
21	Thermostat	1	4,2%
22	Thermostat housing	1	4,2%

Tabel 2 *Summary Miss Component*

NO	COMPONENT	CHASE	% MISS
1	OIL COOLER	56	11,91%
2	INTAKE MANIFOLD	50	10,64%
3	EXHAUST MANIFOLD	33	7,02%
4	FUEL FILTER	32	6,81%
5	COOLING FAN	29	6,17%
6	COOLING WATER PIPE	28	5,96%
7	BREATHER	28	5,96%
8	TIMING GEAR CASE	25	5,32%
9	INJECTION PUMP	17	3,62%
10	ENGINE MOUNTING	15	3,19%
11	TURBO CHARGER	15	3,19%
12	INJECTION PUMP DRIVE	11	2,34%

13	CYL HEAD COVER	13	2,77%
14	WATER PUMP	9	1,91%
15	ALTERNATOR MOUNTING	9	1,91%
16	FLY WHEEL HOUSING	8	1,70%
17	OIL PAN	8	1,70%
18	INJECTION PUMP MOUNTING	7	1,49%
19	AIR COMPRESSOR	6	1,28%
20	FUEL SYSTEM	4	0,85%
21	INTAKE STAKE	4	0,85%
22	CYL HEAD	3	0,64%
23	CYL BLOCK	3	0,64%
24	FUEL PIPE	3	0,64%
25	AIR CONDITIONER	2	0,43%
26	TIMING SYSTEM	1	0,21%
27	POWER STEERING PUMP	1	0,21%
28	ALTERNATOR	1	0,21%
29	STARTER	1	0,21%
30	OIL FILTER	1	0,21%
31	OIL PUMP	1	0,21%
32	INJECTION PIPE	1	0,21%
33	UN DEFINED	45	9,57%
JUMLAH		470	100,00%

Tabel 3 *Summary Damage Component*

NO	COMPONENT	QTY	CHASE	% DAMAGE
1	TIMING SYSTEM	468	97	23,89%
2	DRIVING SYSTEM	262	53	13,05%
3	CYL HEAD	212	53	13,05%
4	OIL PAN	47	47	11,58%
5	EXHAUST MANIFOLD	21	19	4,68%
6	COOLING WATER PIPE	24	17	4,19%
7	OIL COOLER	52	14	3,45%
8	UN DEFINED	28	14	3,45%
9	CYL HEAD COVER	18	13	3,20%
10	OIL PUMP	15	10	2,46%
11	INJECTION PIPE	9	9	2,22%
12	INJECTION PUMP DRIVE	9	8	1,97%
13	STARTER	7	7	1,72%
14	TIMING GEAR CASE	9	7	1,72%
15	CYL BLOCK	25	6	1,48%
16	TURBO CHARGER	9	6	1,48%
17	ENGINE MOUNTING	8	4	0,99%
18	FLY WHEEL HOUSING	4	4	0,99%
19	OIL FILTER	4	4	0,99%
20	INTAKE MANIFOLD	6	3	0,74%
21	INJECTION PUMP	3	3	0,74%
22	INJECTION NOZZLE	2	2	0,49%
23	FUEL FILTER	3	2	0,49%
24	FUEL PIPE	2	1	0,25%
25	POWER STEERING PUMP	1	1	0,25%
26	PRESSURE GAUSE	4	1	0,25%
27	INTAKE STAKE	1	1	0,25%
JUMLAH		1.253	406	100,00%

3.2 Stratifikasi

Tabel 4 *Stratifikasi Failure Terhadap Masing Masing Engine*

NO	SN ENGINE	ΣN	ΣNG	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	107504 EC	827	11	0	3	1	3	1	0	0	1	0	2
2	108014 EC	827	14	4	0	0	1	2	2	0	0	2	3
3	212624EC	827	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
4	214124EC	827	8	1	3	1	1	1	0	0	1	0	0
5	322536EC	827	5	0	2	1	1	0	0	0	0	0	1
6	10901 EC	827	9	0	1	0	2	1	2	0	0	0	3
7	103837EC	827	4	0	1	1	0	2	0	0	0	0	0
8	108016 EC	827	6	1	1	0	2	0	1	0	1	0	0
9	212933 EC	827	6	2	1	0	2	0	1	0	0	0	0
10	004620EC	827	5	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1
11	008730EC	827	21	7	1	1	5	2	1	2	1	1	0
12	103159EC	827	3	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0
13	108313EC	827	14	6	2	1	0	1	0	3	1	0	0
14	106323 EC	827	24	5	4	3	0	3	0	2	4	1	2
15	107417EC	827	10	6	1	1	0	0	1	1	0	0	0
16	211013EC	827	8	4	1	1	0	2	0	0	0	0	0
17	213054EC	827	7	2	3	1	0	0	0	0	0	0	1
18	213746EC	827	9	3	4	2	0	0	0	0	0	0	0
19	433810EC	827	8	2	0	0	0	0	1	0	0	1	4
20	005594EC	827	12	8	1	1	0	0	1	0	0	0	1
21	101974EC	827	12	6	2	1	0	0	0	2	0	1	0
22	800224EC	827	8	3	2	1	0	0	1	0	0	0	1
23	211769EC	827	12	6	5	0	0	0	0	0	0	1	0
24	214322EC	827	7	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0

A = WORN

F = CRACK

B = BROKEN

G = NON STANDARD

C = BENDING

H = FRACTURE

D = PITTING

I = RUSTY

E = SCRATCH

J = OTHER

Tabel 5 *Stratifikasi Responsible Terhadap Cause Of Failure*

NO	CAUSE OF FAILURE	KODE	NUMBER	RESPONSIBLE
1	Bad Lubricating	I	82	MAN POWER
2	Kelelahan material	II	50	MATERIAL
3	Gesekan/benturan material abnormal	III	25	MACHINE
4	Komponen tidak standard	IV	11	MAN POWER
5	Cooling system yang kurang baik	V	10	MACHINE
6	Overload	VI	7	MAN POWER
7	Kontaminasi air/udara	VII	7	ENVIRONMENT
8	Undefined	VIII	6	MAN POWER
9	Terkena serpihan material	IX	5	MACHINE
10	Bad material	X	5	MATERIAL
11	Material tidak presisi	XI	4	MAN POWER
12	Kontaminasi kotoran	XII	4	ENVIRONMENT

13	Menahan material	XIII	3	MACHINE
14	Komponen jamed	XIV	3	MACHINE
15	Material rusak	XV	3	MATERIAL
16	Oli terkontaminasi gram	XVI	3	MACHINE
17	Overheat	XVII	2	MAN POWER
18	Over pressure	XVIII	2	MAN POWER
19	Lokal repair kurang baik	XIX	1	MAN POWER
20	Over lock tite, susah dibuka	XX	1	MAN POWER
21	Udara masuk kotor	XXI	1	ENVIRONMENT
22	Over torque	XXII	1	MAN POWER
JUMLAH KASUS			236	

3.3 Diagram *Fish Bone* (sebab akibat)

Tabel 6 *Sampel Tabel Analisa Damage pada Tear Down Report Engine DE12TIA 322536EC.*

SUBJECT	PART NUMBER	FAILURE	CAUSE OF FAILURE	ACTION
CAM;SHAFT	65.04401- 0010L	Broken	Karena material tappet yang kurang baik sehingga mengakibatkan tappet dan cam lobe (camshaft) menjadi rusak.	Replace part
CON-ROD BUSH	65.02405- 1006	Slip	Karena bushing yang longgar terhadap conrod sehingga mengakibatkan jalur oil tidak pas pada dudukannya.	Replace part
ROD;PUSH	65.04302- 5011	Bend	Karena cam lobe dan tapet yang rusak mengakibatkan push rod bengkok.	Replace part

Dari keseluruhan data analisa *damage* terdapat 16 jenis *failure* dengan 22 macam sebab terjadinya, sehingga dapat disusun diagram fish bone sebagaimana berikut, dengan kepala ikan atau akibat utamanya adalah “*DAMAGE*”.

3.4 Diagram Pareto

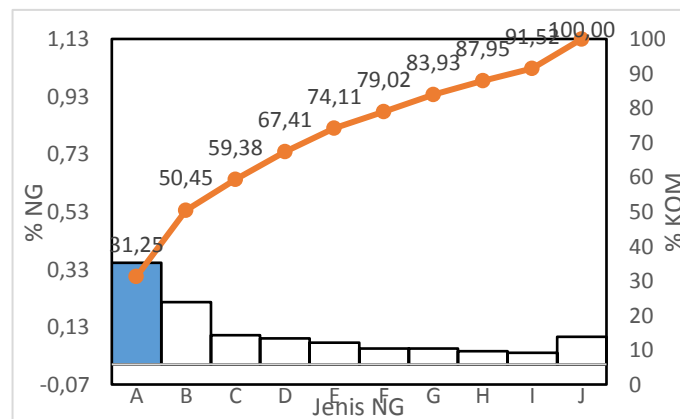
Setelah melakukan stratifikasi *failure*, selanjutnya adalah menuangkan hasil stratifikasi ke dalam sebuah diagram, yaitu diagram pareto. Diagram ini menjelaskan tentang kasus *failure* yang disusun menurut angkanya untuk menentukan prioritas kategori kasus yang akan dianalisis. Berikut hasil perhitungan terhadap 10 jenis *failure* terbesar.

3.4.1 Analisa Diagram Pareto Untuk Jenis Jenis *Failure*

Tabel 7 Data Hasil Perhitungan 10 Failure (NG) Terbesar Pada Analisa

Damage Tear Down Report Engine DE12TIA

NO	JENIS NG	KODE	NG	% NG	% KON	% KOM
1	WORN	A	70	0,35	31,25	31,25
2	BROKEN	B	43	0,22	19,20	50,45
3	PITTING	C	20	0,10	8,93	59,38
4	BENDING	D	18	0,09	8,04	67,41
5	SCRATCH	E	15	0,08	6,70	74,11
6	CRACK	F	11	0,06	4,91	79,02
7	NON STANDARD	G	11	0,06	4,91	83,93
8	FRACTURE	H	9	0,05	4,02	87,95
9	RUSTY	I	8	0,04	3,57	91,52
10	OTHER	J	19	0,10	8,48	100,00
JUMLAH			224	1,13	100,00	



Gambar 2 Diagram Pareto Jenis Failure Tear Down Report Engine Pada Analisa Damage Tear Down Report Engine DE12TIA

Pembahasan grafik dan diagram : berdasarkan grafik dan diagram pareto untuk jenis jenis *failure*, bahwa type *failure* yang memiliki angka tertinggi adalah NG

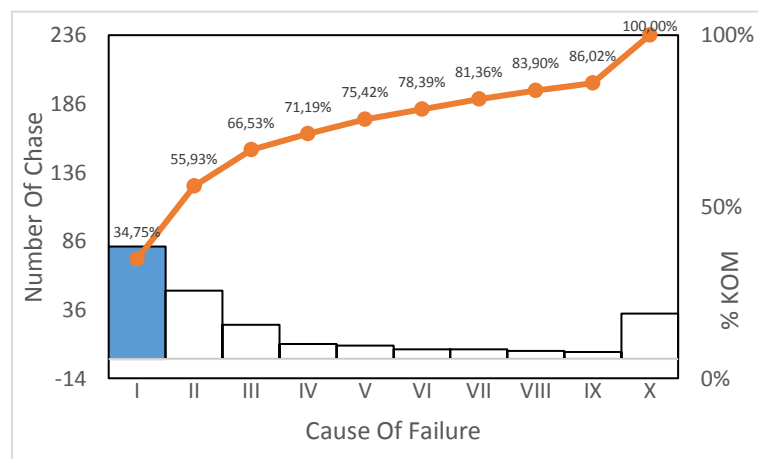
worn disusul NG broken sehingga akan dijadikan prioritas utama di dalam pembahasan selanjutnya.

3.4.2 Analisa Diagram Pareto Terhadap Cause Of Failure

Dibawah ini adalah tabel hasil penelitian dan diagram pareto untuk 10 *cause of failure* terbesar.

Tabel 8 Data Hasil Penelitian 10 Cause Of Failure Terbesar Pada Analisa Damage Tear Down Report Engine DE12TIA

NO	CAUSE OF FAILURE	CODE	CHASE	% KOM
1	Bad Lubricating	I	82	34,75%
2	Kelelahan material	II	50	21,19%
3	Gesekan/benturan material abnormal	III	25	10,59%
4	Komponen tidak standard	IV	11	4,66%
5	Cooling system yang kurang baik	V	10	4,24%
6	Overload	VI	7	2,97%
7	Kontaminasi air/udara	VII	7	2,97%
8	Undefined	VIII	6	2,54%
9	Terkena serpihan material	IX	5	2,12%
10	Lain lain	X	33	13,98%
JUMLAH			236	100,00%



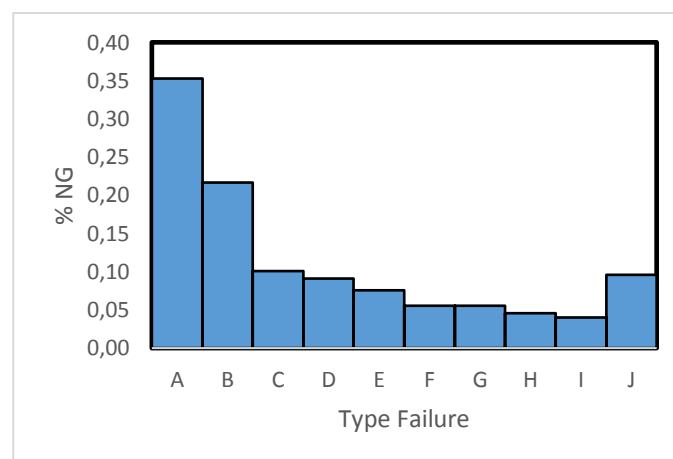
Gambar 3 Diagram Pareto Cause Of Failure Pada Analisa Damage Tear Down Report Engine DE12TIA

Pembahasan grafik & diagram : berdasarkan grafik dan diagram diatas, bahwa *cause of failure* yang mendominasi adalah *Bad Lubricating* disusul *fatigue*, sehingga akan dijadikan prioritas utama di dalam pembahasan selanjutnya.

3.5 Histogram

3.5.1 Analisa Histogram Untuk Jenis Jenis Failure

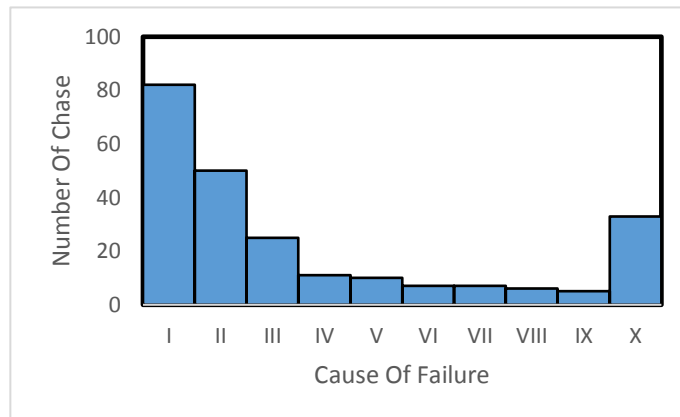
Pada Gambar 3.4 diperlihatkan histogram yang menyerupai diagram batang untuk menggambarkan angka jenis jenis *failure* pada analisa *damage Tear Down Report Engine DE12TIA* . Pada histogram tersebut 10 jenis *failure* tertinggi divisualisasi dengan 10 diagram batang, dimana angka *NG worn* menjadi yang paling tinggi kemudian disusul *NG broken*, sehingga akan dijadikan prioritas pada pembahasan selanjutnya.



Gambar 4 *Histogram Type Of Failure Pada Analisa Damage Tear Down Report Engine DE12TIA*

3.5.2 Analisa Histogram Untuk Cause Of Failure

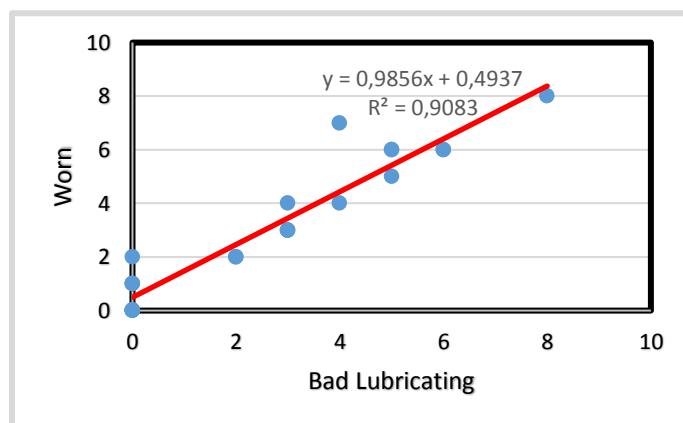
Pada Gambar 3.5 diperlihatkan histogram yang menyerupai diagram batang untuk menggambarkan angka jenis jenis *cause of failure* pada analisa failure *Tear Down Report Engine DE12TIA* . Pada histogram tersebut 10 cause of failure tertinggi divisualisasi dengan 10 diagram batang, dimana angka *cause of failure* dari *bad lubricating* menjadi yang paling tinggi, sehingga akan dijadikan prioritas pada pembahasan selanjutnya.



Gambar 5 *Histogram Cause Of Failure Pada Analisa Damage Tear Down Report Engine DE12TIA*

3.6 Scatter Diagram

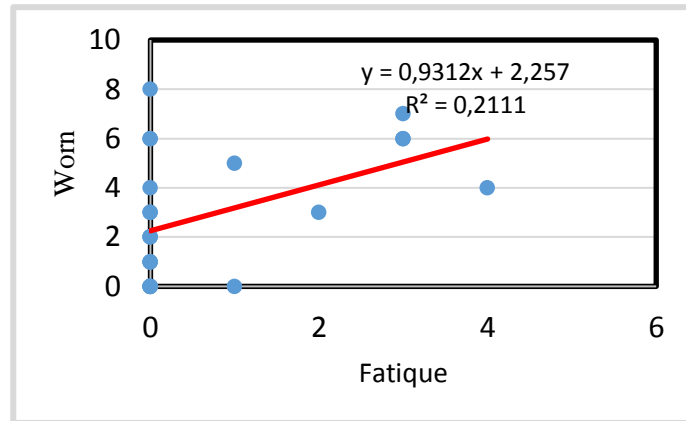
3.6.1 Diagram Scatter *Bad Lubricating Terhadap NG Worn (Keausan)*



Gambar 6 *Diagram Scatter Bad Lubricating Terhadap Worn*

Pembahasan grafik : Berdasarkan diagram scatter diatas bahwa nilai koefisien korelasi $r = 0,95$ mendekati 1, maka bisa disimpulkan bahwa ada korelasi yang cukup kuat antara variabel X dan Y. Dengan arti lain bahwa peningkatan *bad lubricating* dapat mempengaruhi tingkat *worn* (keausan). Garis regresi ditunjukkan dengan persamaan : $y = 0,9856 x + 0,4937$, maka dapat diartikan bahwa kasus keausan akan bertambah sebesar 0,9856 pada setiap kenaikan *bad lubricating* sebanyak 1 satuan. Dan konstanta sebesar 0,4937, artinya jika *bad lubricating* (X) nilainya adalah nol, maka angka keausannya adalah 0,4937.

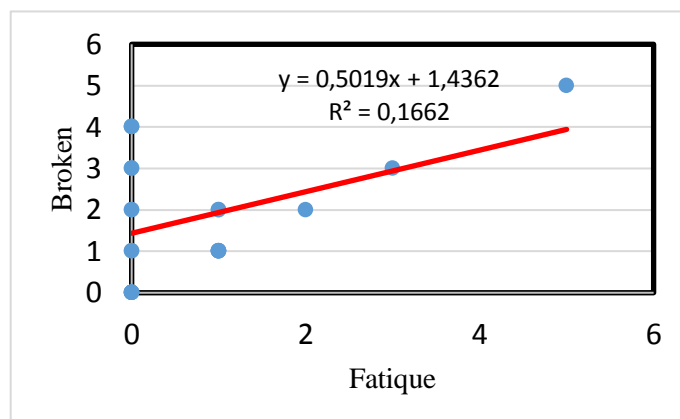
3.6.2 Diagram Scatter *Fatigue* Terhadap *NG Worn* (Keausan)



Gambar 7 Diagram Scatter *Fatigue* Terhadap *Worn* (Keausan)

Pembahasan grafik : Berdasarkan diagram scatter diatas bahwa nilai koefisien korelasi $r = 0,46$ mendekati 1, maka bisa disimpulkan bahwa ada korelasi antara variabel X dan Y namun tidak begitu kuat. Artinya bahwa peningkatan *fatigue* dapat mempengaruhi tingkat *worn* (keausan). Garis regresi ditunjukkan dengan persamaan : $y = 0,9312x + 2,257$, maka dapat diartikan bahwa kasus keausan akan bertambah sebesar 0,9312 pada setiap kenaikan *fatigue* sebanyak 1 satuan. Dan konstanta sebesar 2,257, artinya jika *fatigue* (X) nilainya adalah nol, maka angka keausannya adalah 2,257.

3.6.3 Diagram Scatter *Fatigue* Terhadap *NG Broken*



Gambar 8 Diagram Scatter *Fatigue* Terhadap *NG Broken*

Pembahasan grafik : Berdasarkan diagram scatter diatas bahwa nilai koefisien korelasi $r = 0,41$ mendekati 1, maka bisa disimpulkan bahwa ada korelasi antara variabel X dan Y namun tidak begitu kuat. Artinya bahwa peningkatan *fatigue* mempengaruhi tingkat *NG broken*. Garis regresi ditunjukkan dengan persamaan : $y = 0,5019x + 1,4362$, maka dapat diartikan bahwa kasus *NG broken* akan bertambah sebesar 0,5019 pada setiap kenaikan *fatigue* sebanyak 1 satuan. Konstanta 1,4362, artinya jika *fatigue* (X) nilainya adalah nol, maka angka *NG broken* adalah 1,4362.

3.7 Control Chart

Pada *tools* yang terakhir dari *seven tools quality control* ini, jenis *control chart* yang digunakan adalah jenis atribut *control chat* type *np chart*. Diantara alasannya karena jenis data adalah data atribut dan jumlah sampel (*sample size*) yang dikumpulkan adalah konstan. Peta kendali yang akan disajikan pada tahap ini adalah peta kendali dari jenis *failure* terbesar yaitu *NG worn* dan *NG broken* , dan peta kendali dari keseluruhan *failure*.

3.7.1 Peta kendali keseluruhan *failure*

Diketahui $\Sigma n = 19848$ dan $\Sigma NG = 224$, dan nilai p dihampiri dengan:

$$p = \frac{\Sigma NG}{\Sigma n} = \frac{224}{19.848} = 0,0113 \quad (1)$$

Dengan $n = 827$, parameter untuk *np chart* adalah sebagai berikut :

a. Garis Pusat / *Central Limit* / CL

$$CL = n . p = 827 \times 0,0113 = 9,33 \quad (2)$$

b. Batas Kendali Atas / *Upper Control Limit* / UCL

$$UCL = n . p + 3 \sqrt{n . p (1 - p)} \quad (3)$$

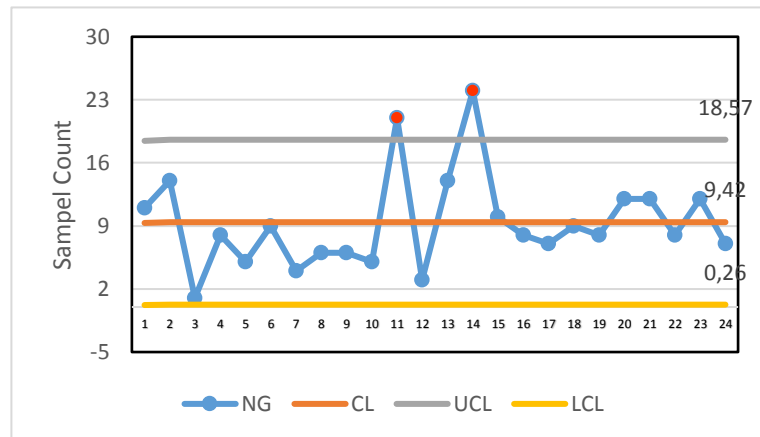
$$UCL = 827 . 0,0113 + 3 \sqrt{827 . 0,0113 (1 - 0,0113)}$$

$$UCL = 18,45$$

c. Batas Kendali Bawah / *Lower Control Limit* / LCL

$$LCL = n . p - 3 \sqrt{n . p (1 - p)} \quad (4)$$

$$LCL = 827 . 0,0113 - 3 \sqrt{827 . 0,0113 (1 - 0,0113)} = 0,22$$



Gambar 9 Grafik Peta Kendali Keseluruhan *Failure* Pada Analisa
Damage Tear Down Report Engine DE12TIA

Pembahasan Grafik : grafik peta kendali menerangkan bahwa tidak semua *engine* berada di dalam batas kendali *failure*. Setidaknya ada dua unit *engine* yang angka *failure*-nya melewati batas kendali atas, yaitu *engine* 11 SN 008730EC dan *engine* 14 SN 106323 EC

3.7.2 Peta kendali Worn (Keausan)

Diketahui $\Sigma n = 19848$ dan $\Sigma NG = 70$, dan nilai p dihipotesiskan dengan :

$$p = \frac{\Sigma NG}{\Sigma n} = \frac{70}{19.848} = 0,0035$$

Dengan $n = 827$, parameter untuk np *chart* adalah sebagai berikut :

a. Garis Pusat / *Central Limit* / CL

$$CL = n \cdot p = 827 \times 0,0035 = 2,92$$

b. Batas Kendali Atas / *Upper Control Limit* / UCL

$$UCL = n \cdot p + 3 \sqrt{n \cdot p (1 - p)}$$

$$UCL = 827 \cdot 0,0035 + 3 \sqrt{827 \cdot 0,0035 (1 - 0,0035)}$$

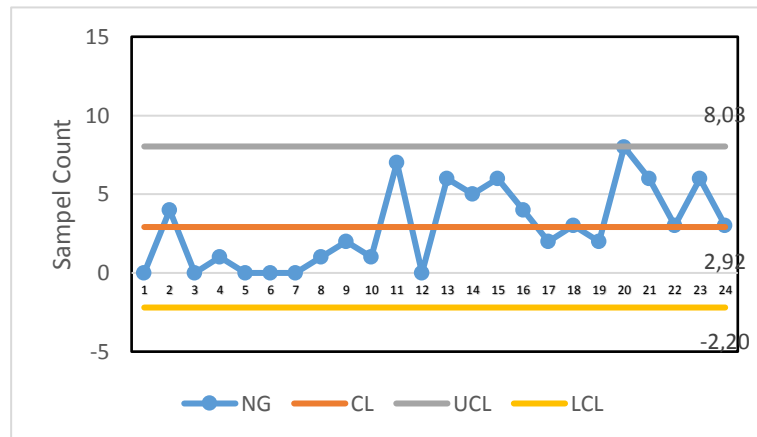
$$UCL = 8,03$$

c. Batas Kendali Bawah / *Lower Control Limit* / LCL

$$LCL = n \cdot p - 3 \sqrt{n \cdot p (1 - p)}$$

$$LCL = 827 \cdot 0,0035 - 3 \sqrt{827 \cdot 0,0035 (1 - 0,0035)}$$

$$LCL = -2,20$$



Gambar 10 Grafik Peta Kendali Worn (Keausan) Pada Analisa Damage Tear Down Report Engine DE12TIA

Pembahasan Grafik : grafik diatas menerangkan bahwa angka *failure* untuk *worn* masih berada di dalam range yang diperbolehkan, dengan demikian *NG worn* berada di dalam batas kendali.

3.7.2 Peta kendali NG Broken

Diketahui $\Sigma n = 19848$ dan $\Sigma NG = 43$, dan nilai p dihipotesis dengan :

$$p = \frac{\Sigma NG}{\Sigma n} = \frac{43}{19.848} = 0,0022$$

Dengan $n = 827$, parameter untuk np chart adalah sebagai berikut :

a. Garis Pusat / *Central Limit* / CL

$$CL = n \cdot p = 827 \times 0,0022 = 1,79$$

b. Batas Kendali Atas / *Upper Control Limit* / UCL

$$UCL = n \cdot p + 3 \sqrt{n \cdot p (1 - p)}$$

$$UCL = 827 \cdot 0,0022 + 3 \sqrt{827 \cdot 0,0022 (1 - 0,0022)}$$

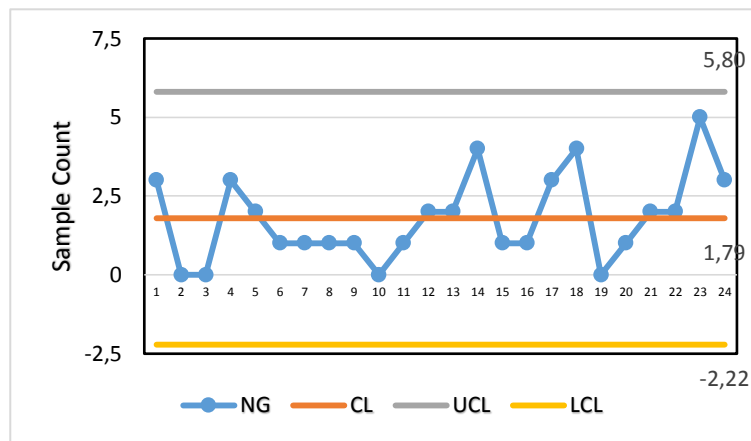
$$UCL = 5,80$$

c. Batas Kendali Bawah / *Lower Control Limit* / LCL

$$LCL = n \cdot p - 3 \sqrt{n \cdot p (1 - p)}$$

$$LCL = 827 \cdot 0,0022 - 3 \sqrt{827 \cdot 0,0022 (1 - 0,0022)}$$

$$LCL = -2,22$$



Gambar 11 Grafik Peta Kendali NG Broken Pada Analisa Damage Tear Down Report Engine DE12TIA

Pembahasan Grafik : grafik diatas menerangkan bahwa angka *failure* untuk jenis NG Broken masih berada di dalam range yang diperbolehkan, dengan demikian NG Broken berada di dalam batas kendali

3.8 MANFAAT DAN KEGUANAAN

Dari keseluruhan analisa seven tools yang telah di jelaskan sebelumnya, penulis mencoba menawarkan manfaat (benefit) dan kegunaan dari analisa *seven tools* terhadap *Tear Down Report Engine DE12TIA*, kepada pihak pihak terkait seperti yang akan dijelaskan pada point point berikut ini :

1. Bagi PT Kobexindo Tractors Tbk, setidaknya ada tiga manfaat penting dari analisa *seven tools* terhadap *Tear Down Report Engine DE12TIA* ini, masing masing dari ketiga manfaat tersebut ditujukan kepada customer, principal dan mekanik perusahaan.

- a. Analisa ini sangat bermanfaat untuk memajukan kualitas pelayanan dan service kepada customer. Dengan analisa *seven tools* terhadap *Tear Down Report* ini, perusahaan akan dapat memberikan informasi kepada customer tidak sebatas pada analisa cause of failure dan recommended part engine saja. Akan tetapi juga dapat memberikan informasi baru mengenai komponen komponen engine yang paling sering terjadi miss dan damage, berikut tentang penyebab yang paling dominan terjadi. Hal ini sangat diperlukan untuk upaya pencegahan kasus engine low

performance sebelum masa *corrective maintenance* datang menghampiri. Sehingga tingkat kepuasan customer akan semakin bertambah.

b. Analisa ini juga dapat digunakan sebagai laporan dan pengaduan kepada principal, terkait part komponen yang sangat riskan terjadi miss dan damage agar dapat dilakukan pengujian ulang sebelum produk principal terjual ke pasar. Sehingga terjadi simbiosis mutualisme antara perusahaan dan principal dimana keduanya akan saling menguntungkan. Dengan Kata lain, nilai *profitable* dari keduanya akan meningkat seiring dengan meningkatnya kepuasan customer.

c. Hasil analisa ini bisa menjadi evaluasi bagi para mekanik engine untuk lebih meningkatkan kualitas pekerjaan pada tiap tiap prosesnya. Berbedanya jumlah part komponen *damage* dengan jumlah analisa part komponen *damage* menjadi bukti bahwa tidak semua part komponen damage pada saat *corrective maintenance* diberikan analisa failure dan cause of failure-nya.

2. Bagi customer umum, analisa *seven tools* terhadap *Tear Down Report* ini akan dapat memberikan manfaat *low cost* pada saat *corrective maintenance*. Hal ini terjadi ketika daftar recommended part pada kasus miss dan damage tidak begitu banyak. Dengan mengetahui analisa failure dan cause of failure yang paling dominan, setidaknya dapat dilakukan pencegahan melalui pendekatan hasil analisa agar tidak terjadi high cost pada saat *corrective maintenance*. Pencegahan dapat berupa evaluasi bagi para operator dan mekanik lokal (customer) agar lebih memperhatikan unit yang menjadi tanggung jawabnya.

3. Bagi principal, manfaat analisa *seven tools* terhadap *Tear Down Report engine DE12TIA* ini sama seperti yang disebutkan pada point 1b. Pada point tersebut dijelaskan bahwa analisa yang dimaksud bermanfaat untuk mengetahui part komponen yang riskan terjadi miss / damage dari engine engine yang dibangun oleh principal, lebih khusus dibahas pada analisa ini untuk engine DE12TIA. Sehingga principal bisa melakukan pengujian ulang seperti pengujian assembly part, kelelahan material dll untuk part part komponen tersebut sebelum diterjunkan ke pasar (customer). Demikian manfaat manfaat dari analisa *seven tools* terhadap *Tear Down Report engine DE12TIA* ini, semoga bisa menjadi evaluasi bersama bagi perusahaan, customer dan principal.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisa hasil dan pembahasan pada *Tear Down Report Engine DE12TIA* dengan metode *seven tools* didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil analisa *failure* dan *cause of failure damage tear down report* yang dominan terjadi pada komponen diesel engine *DE12TIA* adalah sebagai berikut:

a. Analisa *damage Tear Down Report* terhadap 24 engine *DE12TIA* menggunakan metode *seven tools* menghasilkan 16 analisa jenis *failure (NG)*, dimana *NG worn* (keausan) menjadi yang tertinggi dengan 70 kasus.

b. Analisa juga dilakukan terhadap *cause of failure*, hasilnya terdapat 22 *cause of failure* dengan *bad lubricating* menjadi sebab yang paling dominan dari seluruh analisa penyebab (*NG*) *failure* part komponen engine dengan 82 kasus.

c. Analisa scatter diagram untuk kasus prioritas yaitu worn sebagai variabel Y dan bad lubricating sebagai variabel X menghasilkan korelasi positif dengan nilai korelasi $r > 0$ yaitu 0,95, ini berarti semakin tinggi angka bad lubricating maka akan semakin tinggi pula angka NG Worn (keausan).

2. Hasil analisa komponen engine yang paling sering terjadi missing / damage pada diesel engine *DE12TIA* adalah sebagai berikut :

a. Dari hasil pengamatan, terdapat 1.095 part dengan 470 kasus miss dan terdapat 1.253 part dengan 406 kasus damage pada semua *corrective maintenance* engine *DE12TIA* selama periode 2014 – 2018, ini artinya kasus miss menyumbang 5,52 % dan kasus damage menyumbang 6,31 % dari 19.848 part yang diperiksa.

b. Dari hasil pengamatan untuk kasus miss, part komponen oil cooler menyumbang presentasi miss (kehilangan) terbesar yaitu 11,91% dengan 56 kasus, disusul part komponen intake manifold yaitu sebesar 10,64% dengan 50 kasus.

c. Untuk kasus damage, komponen timing system menyumbang persentasi kasus damage terbesar yaitu 23,89 % dengan 97 kasus.

4.2 Saran

1. Untuk mempermudah pemahaman tentang komponen-komponen dari engine *DE12TIA* disarankan untuk membaca *Part book* dan *Operation Manual Maintenance book* dari engine *DE12TIA*.

2. Analisa ini akan lebih mendekati sempurna apabila semua komponen damage memiliki analisa *failure* dan *cause of failure*.

DAFTAR PUSTAKA

- Sulaeman, 2014. *Analisa Pengendalian Kualitas Untuk Mengurangi Produk Cacat Speedometer Mobil Dengan Menggunakan Metode QCC Di PT INS*. Jurnal PASTI, Vol. 8, No. 1, Hal. 71-95.
- Clara Valentina Gunawan, Hendy Tannady, 2016. *Analisis Kinerja Proses Dan Identifikasi Cacat Dominan Pada Pembuatan Bag Dengan Metode Statistical Proses Control*. Jurnal Teknik Industri, Vol. XI, No. 1, Tahun 2016, Universitas Bunda Mulia
- Annisa Mulia Rani, Widodo Setiawan, Hendy Tannady, 2016. *Menganalisis Defect Sanding Mark Unit Pick Up TMC Dengan Metode Seven Tools PT ADM*. Jurnal Integrasi Sistem Industri, Vol. 3, No. 1, Tahun 2016, Universitas Muhammadiyah Jakarta.
- PQM Consultant. 2011. 7QC Tools Workshop Module.
- Training Center Departement PT Trakindo Utama. 2005. *Trakindo Utama Training Center Service Technician Module Dasar Dasar Engine Diesel*. Bogor, Indonesia.
- United Tractos School. 2009. *Diesel Engine 1*. Jakarta Timur, Indonesia.
- United Tractos School. 2009. *Diesel Engine 2*. Jakarta Timur, Indonesia.
- Doosan Infracore Co., Ltd. 2012. *Engine Training DE12TIS Tata Daewoo*. Bekasi : PT Kobexindo Tractors.
- Doosan Infracore Co., Ltd. 2012. *Parts Catalog Engine DE12TIS*. Bekasi : PT Kobexindo Tractors.
- Doosan Infracore Co., Ltd. 2001. *Operation & Maintenance Manual Diesel Engine DE12TIS*. Bekasi : PT Kobexindo Tractors.
- Budi,Kho. “*Jenis-Jenis Control Chart (Peta Kendali) Dan Rumus Rumusnya*”. (www.ilmumanajemenindustri.com , diakses pada tanggal 10 Juli 2018)